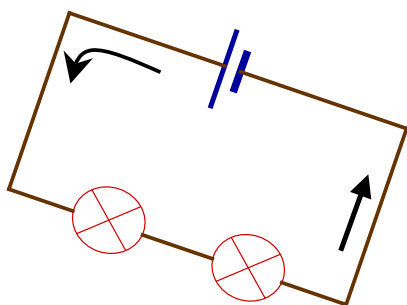
Sinais e Sistemas Electrónicos

Capítulo 1: Fundamentos (parte 1)

Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro

Sumário

- **Corrente, tensão eléctricas;**
- **Condutores e isoladores e resistência eléctrica;**
- **Circuitos em série e em paralelo;**
- **Elementos de circuitos;**
- **Polaridades e sentidos de referência;**
- **Potência.**

Corrente, tensão e resistência

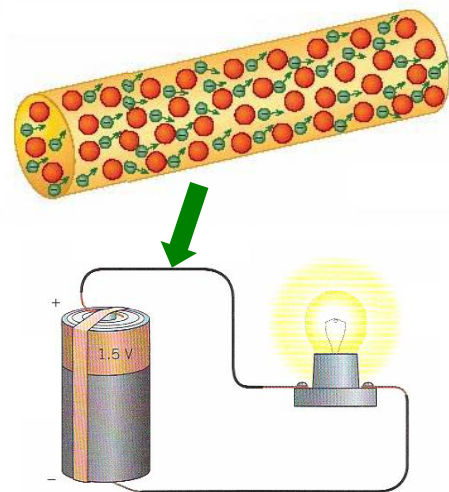
Corrente eléctrica, *I*

- É o **movimento orientado de cargas eléctricas** (electrões num metal, iões positivos ou negativos numa solução condutora);

- Define-se como a **quantidade de carga eléctrica transferida por unidade de tempo**;

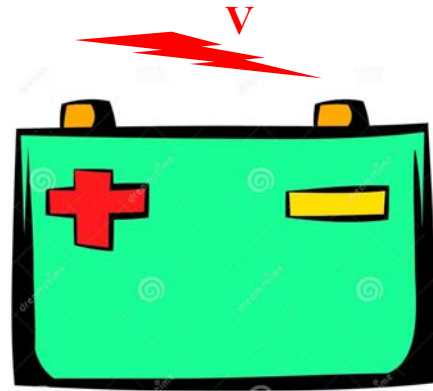
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad I = \frac{dq(t)}{dt}$$

- Sendo a carga, Q, medida em **Coulomb**, a unidade da corrente eletrica é **C/s**, que se chama **Ampére**.

$$1\,Coulomb/seg = 1\ Ampére$$

Diferença de potencial ou Tensão, *V*

- **Podemos imaginar que a Tensão é a 'força' que impele as cargas eléctricos a movimenta-rem-se (tal como a pressão é o que impele a água a fluir numa canalização);**

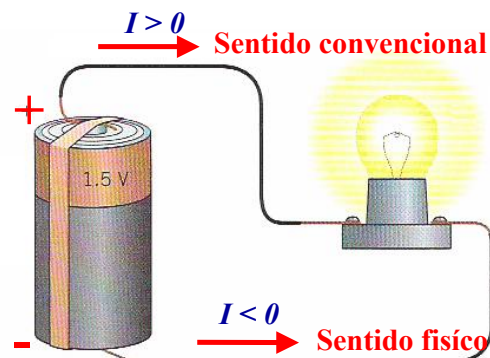
- **Numa bateria, um conjunto de reacções quí-micas dão origem a uma diferença de potencial entre os dois pólos;**

- **A Tensão está relacionada com a energia; É uma medida do trabalho (energia), W, necessário para deslocar uma carga de *1 Coulomb* de um terminal para o outro.**

$$V = \frac{W}{Q} \quad \text{ou} \quad V = \frac{dw}{dq} \qquad 1\,Joule/1\,Coulomb = 1\,Volt$$

Corrente eléctrica - sentido fisíco e sentido convencional

- **Nos condutores metálicos os electrões flúem do terminal negativo para o terminal positivo da bateria – este é o sentido fisíco da corrente eléctrico;**

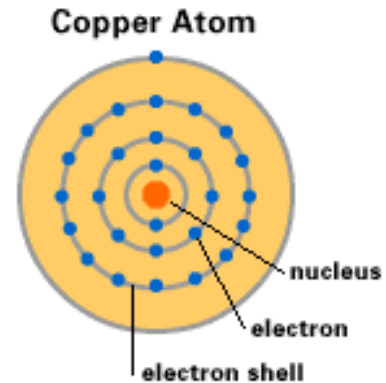
- **Mas como *I = carga/unidade de tempo*, se a carga é negativa, então *I* tem sinal negativo;**

- **Assim, para trabalharmos com correntes positivas, considera-se que a corrente flúi do terminal positivo para o negativo – o sentido convencional da corrente eléctrica.**

Condutores e isoladores eléctricos

- **O número de electrões de valência dos átomos dos materiais determina as suas propriedades condutoras ou isoladoras:**
  - **> 4 electrões de valência ⇒ isolador;**
  - **< 4 electrões de valência ⇒ condutor**
  - **4 electrões de valência ⇒ semicondutor**

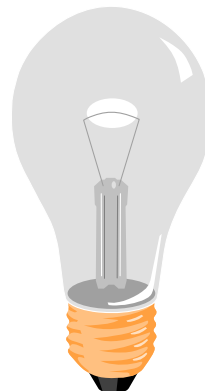
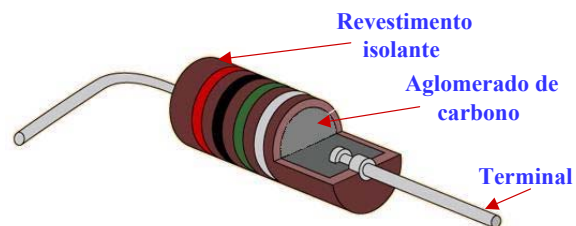
- **Bons condutores: ouro, prata, cobre, alumínio, etc.**

- **Isoladores: borracha, plástico, papel, mica, etc.**

- **A resistência eléctrica é uma medida da oposição que o material oferece à passagem da corrente eléctrica; Medida em *Ohm (Ω)*.**

Resistência eléctrica

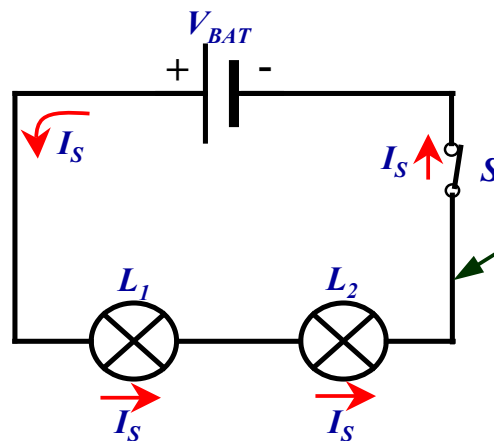
- **Aos componentes projectados para terem um valor especifico de resistência, chamamos Resistências;**

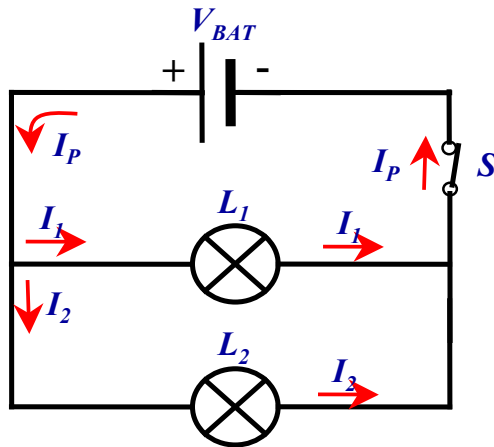
- **O filamento de uma lâmpada de incandescência é uma resistência (de tungsténio) que transforma a energia eléctrica em luz e calor.**

- **Ao inverso da resistência chamamos Conductância. Medida em *Siemen (S)*.**

Circuitos série e paralelo

Sinais e Sistemas Electrónicos – 2024/2025

Circuitos eléctricos – série e paralelo

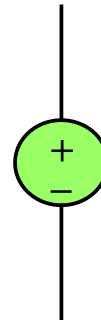
- **Circuito série**:
  - **Um único caminho de corrente;**
  - **A corrente é igual nas duas lâmpadas.**

Circuitos eléctricos – série e paralelo

- **Circuito paralelo**:
  - **Múltiplos caminhos de corrente;**
  - **A tensão é a mesma nas duas lâmpadas: V_{BAT}.**

Elementos de circuito

Elementos de circuito

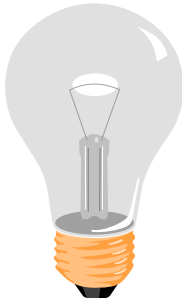
- **É importante distinguir entre:**
  - **Os dispositivos físicos de um circuito;**
  - **Os modelos matemáticos usados para analisar o comportamento desses dispositivos;**

Dispositivo físico:

- **Corrente fornecida é limitada;**
- **Tensão diminui com o tempo.**

$V = 1.5V$

Modelo matemático:

- **Fornece corrente sem limite;**
- **Tensão constante.**

Elementos de circuito

Dispositivo físico:

- **Resistência varia com a temperatura;**
- **Resistência varia com a frequência.**

$R = 807\Omega$

Resistência

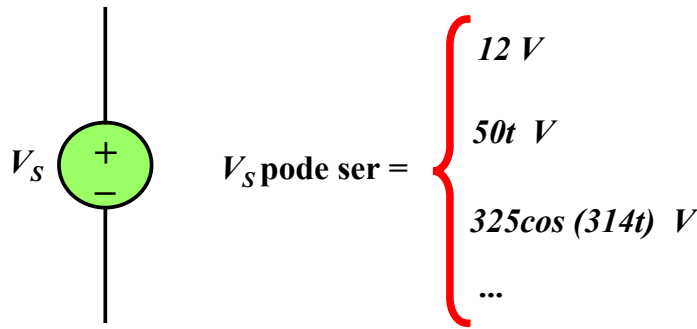
Modelo matemático:

- **Valor constante;**
- **Resistência pura.**

- **Aos modelos matemáticos chamamos elementos de circuito.**

Elementos de circuito básicos

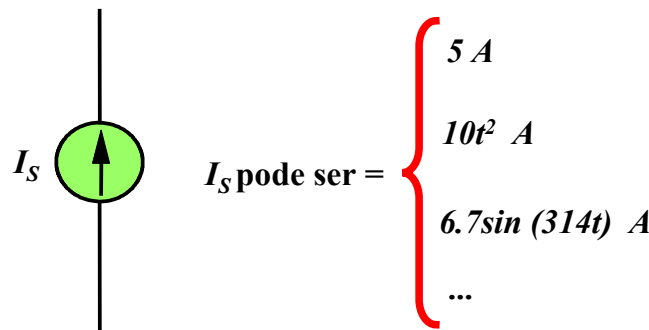
Fonte independente de tensão

- **Tensão aos seus terminais é independente da corrente que a atravessa;**
- **É uma fonte ideal: pode fornecer uma corrente (e portanto energia) ilimitada.**

- **Se V_S = *constante*, então temos uma fonte DC.**

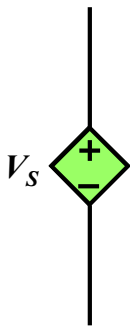
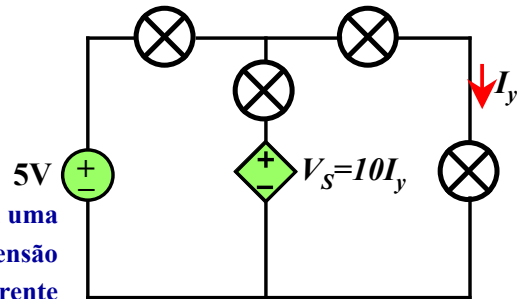
Elementos de circuito básicos

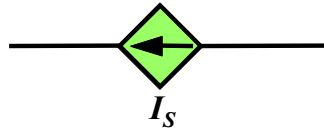
Fonte independente de corrente

- **Corrente que a atravessa é independente da tensão aos seus terminais;**
- **É uma fonte ideal: pode apresentar uma tensão aos terminais (e portanto pode fornecer uma quantidade de energia) ilimitada.**

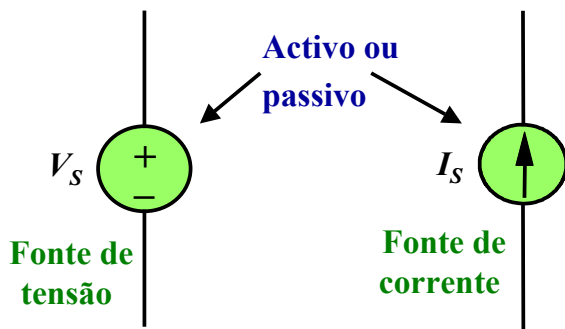
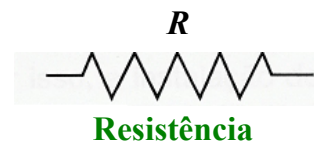
$$I_S \text{ pode ser } = \begin{cases} 5\ A \\ 10t^2\ A \\ 6.7\sin(314t)\ A \\ \ldots \end{cases}$$

- **Se I_S = *constante*, então temos uma fonte DC.**

Elementos de circuito básicos

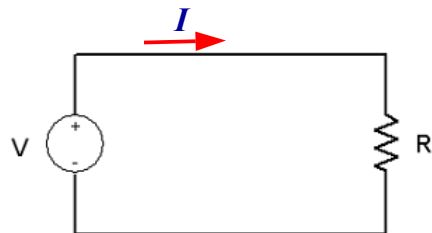
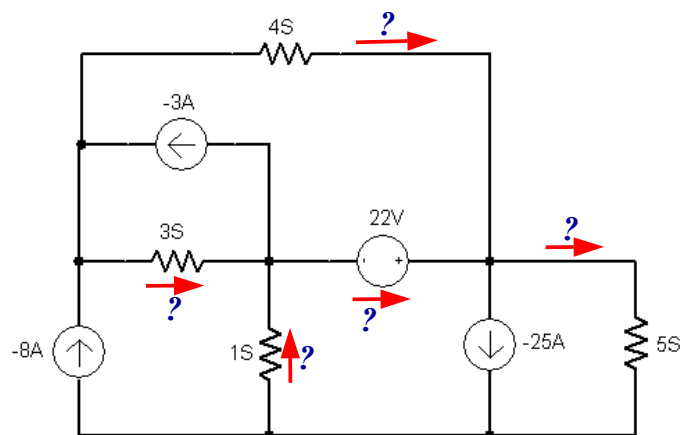
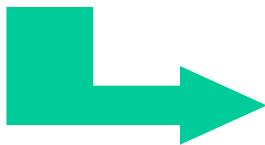
V_S

- **Fonte dependente (ou controlada) de tensão:** O valor da tensão da fonte depende de uma outra grandeza no circuito (e.g. tensão ou corrente);

- **Fonte dependente (ou controlada) de corrente:** O valor da corrente da fonte depende de uma outra grandeza no circuito (e.g. tensão ou corrente).

I_S

Elementos de circuito activos e passivos

Um elemento de circuito pode também classificar-se como <u>activo</u> ou <u>passivo</u>

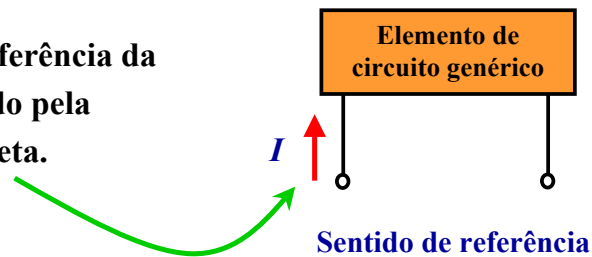
- **Activo:** se pode fornecer energia ao circuito (e.g. fonte);
- **Passivo:** se não pode fornecer energia ao circuito (e.g. resistência).

Sempre passivo!

Polaridades / sentidos de referência

Sentido das correntes num circuito

- Como veremos, para analisar um circuito é importante assumir previamente um sentido para a(s) corrente(s);

- … mas o sentido das correntes em todos os ramos de um circuito nem sempre é evidente à priori

Sentido de referência e sentido real da corrente

- Quando não sabemos o sentido das correntes, assumimos sentidos de referência;

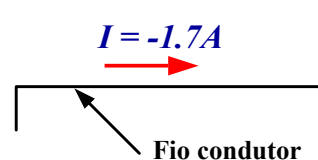
- Temos então:
  - Sentido de Referência: é um sentido convencionado (arbitrário) da corrente para efeitos de análise do circuito;
  - Sentido Real: indica o sentido real da corrente (em geral, é desconhecido à partida).

- O sentido de referência da corrente é indicado pela colocação duma seta.

Sentido de referência e sentido real da corrente

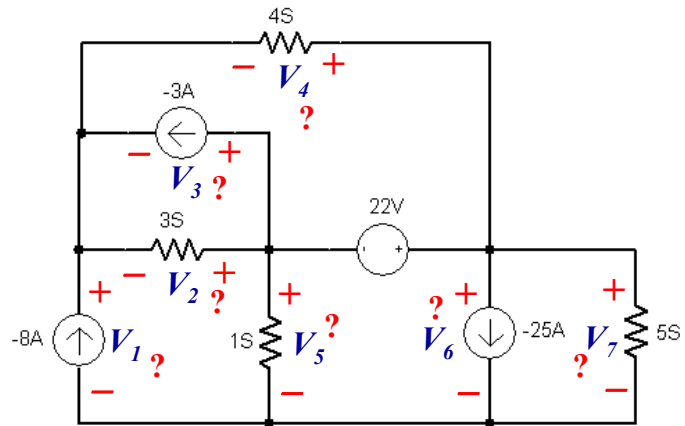
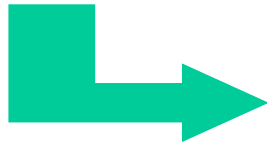
- A análise é feita tendo por base os sentidos de referência arbitrados;

- O sentido real da corrente fica determinado assim que sabemos o valor da corrente.

> O sentido real é igual ao de referência se a corrente é positiva.

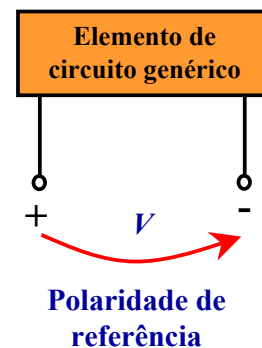
> O sentido real é ao contrário do de referência se a corrente é negativa.

Polaridade das tensões

- Para analisar um circuito é também essencial **assumir previamente** uma polaridade (+ e –) para as tensões aos terminais dos vários elementos;

- … mas as polaridades em todos os elementos de um circuito nem sempre são evidente à priori

Polaridade de referência e polaridade real

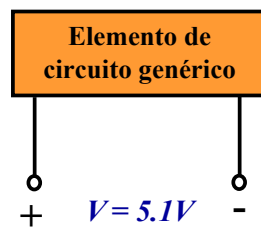
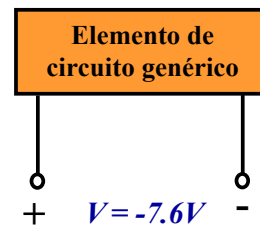
- Quando não sabemos a polaridade das tensões, assumimos **polaridades de referência**;

- Temos então:
  - **Polaridade de Referência:** é uma polaridade convencionada (**arbitrária**) para efeitos de análise do circuito;
  - **Polaridade Real:** indica o sentido real da polaridade (em geral, é desconhecido à partida).

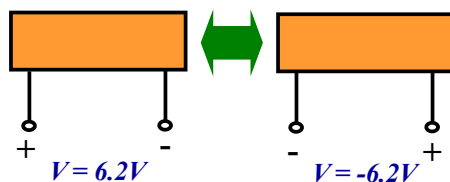
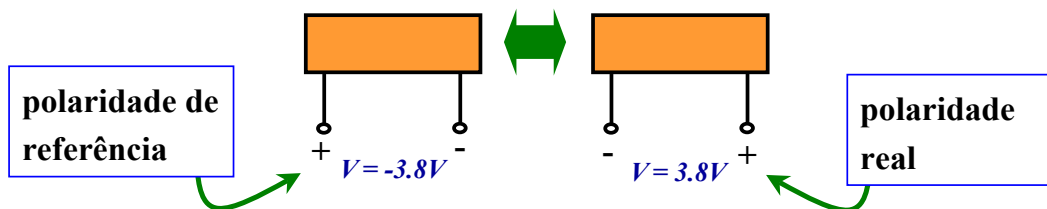
- A polaridade de referência é indicada pela colocação dos sinais (+) e (-), ou através duma **seta** entre os terminais, que aponta no sentido do potencial mais baixo.

Polaridade de referência e polaridade real

- A análise é feita tendo por base as polaridades de referência arbitradas;

- As **polaridades reais** das tensões ficam determinada assim que sabemos os seus **valores**.

➢ A polaridade real é **igual** à de referência se a tensão é **positiva**;

➢ A polaridade real é **ao contrário** da de referência se a tensão é **negativa**;

Polaridades equivalentes

- Situações equivalentes:

polaridade de referência

polaridade real

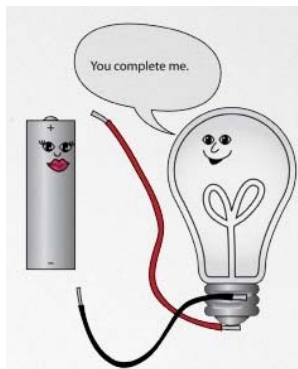
Nada nos impede de usar a polaridade de referência mesmo que esta seja ao contrário da polaridade real – temos é de usar o valor algébrico correcto da tensão!

Potência em circuitos eléctricos

Potência

- **A potência (em *Watt*) define-se como o trabalho (energia), *W*, por unidade de tempo;**

$$P = \frac{dw}{dt} \qquad 1\,Watt = 1\,Joule/seg$$

- **A potência é, então, a taxa à qual a energia é fornecida (por um elemento de circuito activo) ou dissipada (por um elemento passivo).**

Uma lampada de
10W
absorve (dissipa, consome, …)
10J
por cada segundo em que está ligada

Potência

- **Podemos exprimir a potência como:**

$$P=\frac{dw}{dt}=\frac{dw}{dq}x\frac{dq}{dt}=V.I \qquad 1\,Watt=1\,J/C \quad x \quad 1\,C/s$$

- **Ou seja, para um dado elemento de circuito, a potência é proporcional:**
  - **À Energia necessária para transferir 1 Coulomb através do elemento, ou seja, à tensão (V);**
  - **Ao número de Coulombs transferidos durante 1 Segundo através do elemento, ou seja, a corrente (I).**

Potência

- **Num circuito eléctrico há elementos que fornecem potência e outros que absorvem potência;**

- **A Lei da Conservação da Energia garante que o total da potência fornecida iguala a totalidade da potência absorvida:**

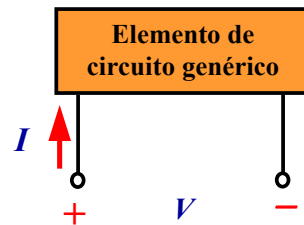
$$\sum_i P_i^{fornecida}=\sum_j P_j^{absorvida}$$

Potência: absorvida ou fornecida?

- Na análise de um circuito, por vezes precisamos de saber se um dado elemento **fornece** ou **absorve** potência;

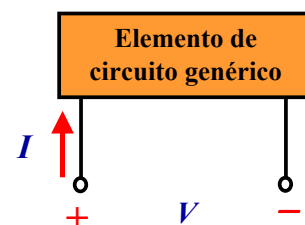
- Uma maneira de determinar isso, passa pela adopção da **Convenção de Sinal de Elemento Passivo (CSEP)**:

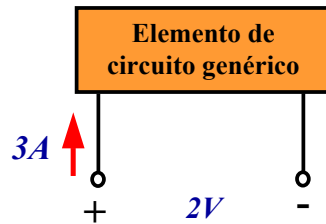
C
S
E
P

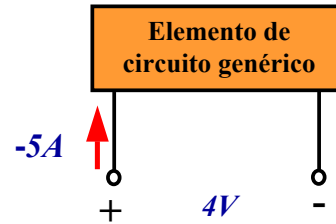
A polaridade de referência da tensão e o sentido de referência da corrente são escolhidos de forma a que a corrente entre pelo terminal positivo.

Potência: absorvida ou fornecida?

- Adoptada a **CSEP**, assim que determinarmos os valores da tensão, V, e da corrente, I, é fácil saber se o elemento **fornece** ou **absorve** potência:

  - se $P = V \times I > 0 \Rightarrow$ a potência é **absorvida**, sendo dada por $P_{absorvida} = V \times I$;

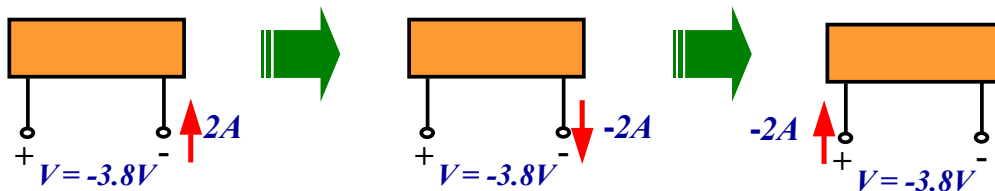
  - se $P = V \times I < 0 \Rightarrow$ a potência é **fornecida**, sendo dada por $P_{fornecida} = |V \times I|$

Potência: absorvida/fornecida, exemplos

- **Polaridades e sentidos das correntes já são dados de acordo com a CSEP**

$P = 2 \times 3 = 6W$

$P = 4 \times (-5) = -20W$

***P* é absorvida**

***P* é fornecida**

Potência: absorvida/fornecida, exemplos

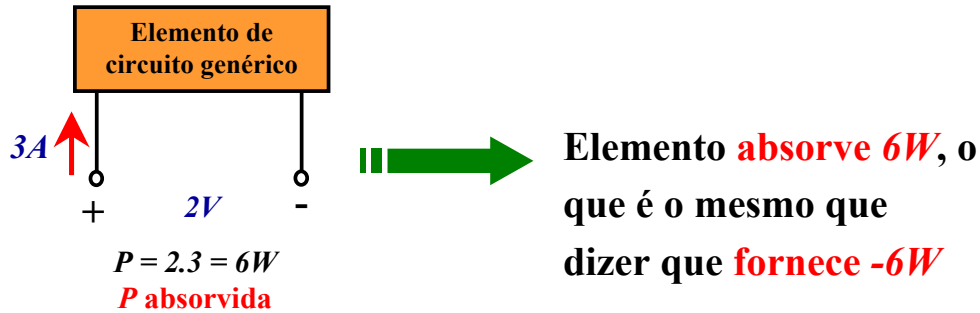
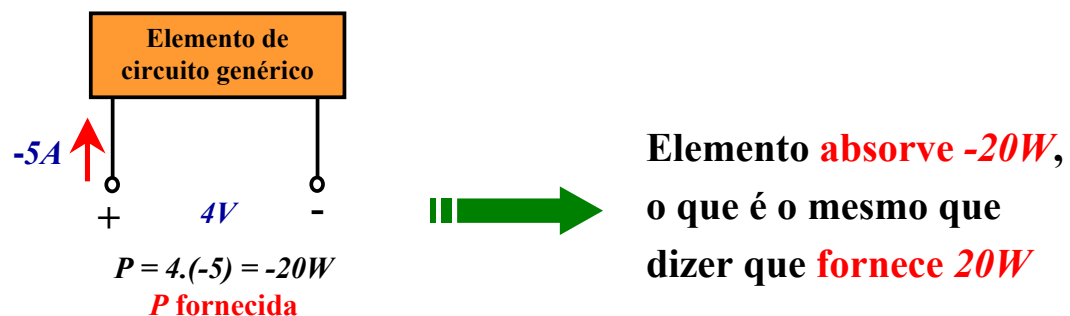
- **A polaridade da tensão e o sentido da corrente podem ter de ser alterados de forma a satisfazer a CSEP:**

$P = (-3.8) \times (-2) = 7.6W$

***P* é absorvida**

Potência: absorvida/fornecida

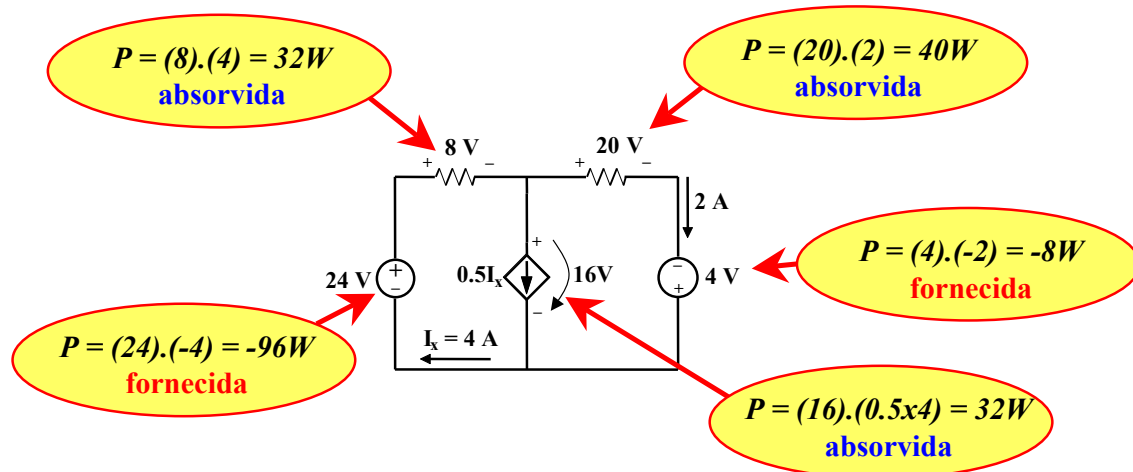
- **Para qualquer elemento de circuito:**

$$P_{absorvida} = -P_{fornecida}$$

Sinais e Sistemas Electrónicos – 2024/2025

Potência: absorvida/fornecida

- **Mas, na realidade, absorve ou fornece?**

Resposta: a resposta é ditada pelo valor da potência, absorvida ou fornecida, que for positivo.

Potência: Exemplo de cálculo

Calcular a potência absorvida/fornecida por cada elemento de circuito.

$$\sum_j P_j^{absorvida} = 32 + 40 + 32 = 104W$$

$$\sum_i P_i^{fornecida} = 96 + 8 = 104W$$